

Niko Rantanen

S-käyrän soveltaminen purkuhankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan ko.

Insinöörityö

20.11.2017

Tekijä(t) Otsikko	Niko Rantanen S-käyrän soveltaminen purkutöissä
Sivumäärä Aika	40 sivua + 0 liitettä 12.10.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan ko.
Suuntautumisvaihtoehto	Infra
Ohjaaja(t)	Lehtori Jouni Ruotsalainen
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Delete Finland Oy:n massiivipurkuyksikön toimeksiannosta.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää S-käyrän soveltuvuutta massiivipurkuhankkeen aikatauluseurannan työkaluna. Työ keskittyy Metsä Fibren vuonna 1985 valmistuneen sellutehtaan purkuhankkeelle tehtävän S-käyrän kehitysprosessiin.</p> <p>Rakennushankkeiden aikatauluseurantaan ja tuotannonohjaukseen on kehitetty monenlaisia menetelmiä ja työkaluja. S-käyrää on käytetty mm. rakennushankkeissa projektin kokonaisvalmiusasteen sekä aikataulutilanteen mallintamiseen. Purkuhankkeissa ei ole ollut aiemmin tapana käyttää laskennalliseen malliin perustuvia seurantatyökaluja, joten yksi työn tärkein osa oli löytää tapa aikatauluttaa ja resursoida purkuhankkeita.</p> <p>Insinöörityön kirjallisuuteen perustuva osuus toteutettiin perehtymällä alan julkaisuihin rakennushankkeiden projektihallinnasta. Lisäksi työn ohessa tutustuttiin Microsoft Projectin ja Microsoft Excelin käyttöön projektin aikatauluttamisessa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin Excel-muotoinen s-käyrä projektin aikatauluseurantaan varten sekä toimintatapa viikkopalaverikäytäntöihin. S-käyrän käytölle ei opinnäytetyön aikataulun takia ehditty saamaan käytännön kokemuksia, mutta spekulatioiden perusteella se vaikuttaa lupaavalta.</p>	
Avainsanat	s-käyrä, massiivipurku, aikataulu

Author(s) Title	Niko Rantanen Application of S-curve in Demolition Project
Number of Pages Date	40 pages + 0 appendices 16 October 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Jouni Ruotsalainen, Principal Lecturer
<p>This engineering thesis was commissioned by Delete Finland Oy.</p> <p>The aim of the thesis was to determine the suitability of the S-curve as a tool for tracking down a demolition project. The study focuses on the development process of the S-curve for the demolition project of Metsä Fibre's old pulp mill.</p> <p>Various methods and tools have been developed for schedule monitoring and production control of construction projects. The S-curve has been used in construction projects for example to model the project completion rate and time schedule. In the past, computational tracking tools have not been used in demolition projects. Thus one of the most important aims of the study was to determine a procedure to schedule and resource demolition projects.</p> <p>The literature- based section on the Bachelor's thesis was implemented by studying the field of project management. In addition, Microsoft Project and Microsoft Excel for project scheduling was familiarized with.</p> <p>As a result of this study, an excel-shaped s-curve for the project schedule tracking was developed, as well as a practice for weekly meetings. Due to the timetable of the study, the use of the S-curve was not tested in practice, but expectations for its functionality seem positive.</p>	
Keywords	s-curve, demolition, schedule

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimusongelma	2
1.3	Tutkimuksen tavoite	2
1.4	Aiheen rajaus	3
1.5	Työkalut	3
2	Projektin aikataulunhallinta	3
2.1	Hankeaikataulu	4
2.2	Yleisaikataulu ja työaikataulu	4
2.3	Rakentamisvaihe aikataulu	7
2.4	Viikkoaikataulu	9
2.5	Viimeistelyvaiheen suunnittelu	10
3	Tuotannonohjaus	11
3.1	Uusiutuva tuotannonohjaus	11
3.2	Last Planner ja Lean-rakentaminen	14
3.2.1	Lean-rakentaminen	14
3.2.2	Last Planner	15
4	CASE ÄKI85-purkuprojektin esittely	17
5	Mikä on S-käyrä	21
5.1	S-käyrän käyttäytyminen rakennushankkeessa	21
5.2	S-käyrän muodostaminen	21
5.3	S-käyrä Metsä Fibren uuden biotuotetehtaan rakennushankkeessa	22
6	S-käyrän soveltaminen purkuprojektiin	23
6.1	Hankkeen osittelu	23
6.2	Aikataulutehtävät	24
6.2.1	ÄKI85-hankkeelle valikoituneet aikataulutehtävät	25
6.3	Aikataulu töittäin jaoteltuna	27
6.4	Aikataulu osapurkukohteittain jaoteltuna	29

6.5	Resursointi	31
6.6	S-käyrä MS Excelillä	31
6.6.1	Suunnitelman tekeminen	31
6.7	Toteumatietojen täyttäminen	32
6.7.1	Toteumatietojen arviointi	33
6.8	S-käyrä MS Projectilla	34
6.9	S-käyrä toteumaseurantatyökaluna	35
7	Johtopäätökset	36
7.1	Riskit	37
7.2	Mahdollisuudet	38
7.3	Sovellutukset muissa purkamisen aloissa	38
	Lähteet	40

Käsitteet

BTT	Metsä Fibren uusi Biotuotetehdas Äänekoskella
Kaustistamo	Sellun valmistusprosessissa lipeän prosessointilaitoksen nimi
Meesauuni	On pyörivä rumpumainen uuni, jota käytetään kemiallisen sulfaattisellupro- sessin kemikaalien talteenotossa
RAM	Rakennusammattimies
RM	Rakennusmies
tv	työvuoro
ÄKI85	Metsä Fibren Äänekosken vuonna 1985 valmistuneen sellutehtaan purku- projektin nimi

1 Johdanto

Insinööritö tehtiin tiiviinä osana yhtä Delete Finland Oy:n historian suurimmista teollisuuspurkuhankkeista. Metsä Fibren Äänekosken, vuonna 1985 valmistuneen, sellutehtaan purkuprojektia.

Delete Finland Oy on Pohjoismaiden johtava ympäristöpalveluja tuottava yritys. Deleten toimialoja ovat: teollisuuspalvelut, purkupalvelut, kiinteistöpalvelut sekä jätteenkäsittely- ja kierrätyspalvelut. Deletessä työskentelee yli 900 ympäristöpalveluiden ammattilaista.

Toimeksianto työlle tuli Deleten massiivipurkupalveluiden toimialapäällikkö Sauli J. Saariselta, joka toimii ÄKI85 projektin vastaavana työnjohtajana.

Metsä Fibren uuden biotuotetehtaan rakennusprojektissa projektin etenemää seurattiin käyttäen S-käyrää raportoinnin työkaluna. Tässä hankkeessa osa maksueristä on sidottu S-käyrällä 5% välein toteumaan.

S-käyrää ei ole aikaisemmin sovellettu Deleten purkuhankkeissa, joten tämän insinööritöön tavoitteena on tutkia S-käyrän soveltaminen purkutöihin käyttäen kirjallisia lähteitä sekä Deleten että Metsä Fibren asiantuntijoiden näkemyksiä.

1.1 Tutkimuksen tausta

Deleten massiivipurkutyömailla ei ole ollut tapana käyttää sähköisiä tai manuaalisia työkaluja purkuhankkeen edistymäseurannassa, vaan aikataulussa pysyminen on aina ollut kokeneiden työnjohtajien arvioihin perustuvaa ammattitaitoa. Massiivipurkuhankkeissa ei ole koettu tarpeelliseksi luoda aloitus- ja lopetusajankohtien välille sen suurempia aikatauluja työn erikoisen luonteen takia. Työn erikoisella luonteella tarkoitetaan sitä, että yksikään kohde ei ole samanlainen eikä kaikista työvaiheista ole ”tarkkaa” työsuoritetietoa.

Metsä Fibren uuden biotuotetehtaan rakennushankkeen edistymää ja valmiusastetta seurattiin S-käyrää hyödyntäen. Tämä toimi heidän ensisijaisena raportointityökalunaan

ja siitä saatujen hyvien kokemusten perusteella, ÄKI85-purkuhankkeen edistymäseurannassa on edellytetty käytettävän samaa menetelmää. Tällä menetelmällä on tarkoitus saada totuuden mukaista tietoa hankkeen valmiusasteesta suhteessa aikatauluun. Lisäksi osa purkuhankkeen maksueristä on sidottu S-käyrän mukaan 5% välein hankkeen kokonaisvalmiusasteesta.

1.2 Tutkimusongelma

Opinnäytetyön keskeisempänä tutkimusongelmana on, miten suuri purkuhanke saadaan ilman aiempaa aikataulunhallintakokemusta sovitettua S-käyrälle. Ennen hankkeeseen ryhtymistä ei ole käytännössä yhtään varsinaista referenssikohdetta, jossa olisi muodostettu aikataulua, joka perustuu jonkun ennalta määritellyn resurssin suorittamaan työhön. Tämä edellyttää purkuhankkeen aikataulusuunnittelu- ja aikatauluseurantaprosessin tarkastelua.

Tutkimustyötä ohjaavina apukysymyksinä voidaan esittää:

- Mikä on sopiva aikatauluttamisen tarkkuus?
- Mikä on sopiva resursoinnin tarkkuus?

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena on muodostaa hankkeelle yleisaikataulu, jonka pohjalta laaditaan hankkeen S-käyrä toteumaseurantaa varten. Yleisaikataulu sekä S-käyrä ovat lisäksi sopimusteknisiä seikkoja, jotka tulee olla valmiina ennen tehtaan purun aloittamista.

Optimaalisessa tilanteessa hanke toimii pilottikohteena, jonka pohjalta voi löytyä uusia näkökulmia massiivipurkuhankkeiden projektihallintaan. Esimerkiksi aikataulusuunnittelun parantumisella voidaan parantaa koneiden käyttöastetta sekä välttää viimehetken aikatauluryntäyksen aiheuttamilta lisäkustannuksilta.

Lisäksi olisi suotavaa, että tämä työ antaisi motivaatiota muidenkin purkuprojektien yleisaikatauluttamiseen sekä resursointiin.

1.4 Aiheen raja

Tämän työn aihe rajautuu koskemaan ÄKI85-purkuprojektin mahdollisuuksia soveltaa S-käyrää omassa tuotannonseurannassaan ja etenemäraportoinnissa. Tämän työn pohjalta ei ole tarkoitus pystyä sovittamaan kaikkia purkuhankkeita S-käyrän seurantamalliin, vaan tämän työn pohjalta joku aiheesta kiinnostunut voi miettiä suorat sovellutukset esim. saneeraus- tai haitta-ainepurkamiseen.

1.5 Työkalut

Virallinen S-käyrän pohja on Microsoft Excel -tiedosto, joka on ollut urakkasopimuksen liitteenä. Aikataulujen luomista varten hankittiin Microsoft Project -lisenssi, jolla päästiin luomaan viralliset aikataulut. Allekirjoittaneella ei ollut ennen tätä projektia ollenkaan kokemuksia MS Projectin käytöstä.

2 Projektin aikataulunhallinta

Onnistunut projekti perustuu tavoitteiden asettamiseen ja niiden saavuttamiseen seurannan perusteella. Rakennushankkeessa asetetaan tavoitteet ja niiden saavuttamiseksi tehdään tuotannonsuunnittelua. Tavoitteiden täyttymistä tulee valvoa koko ajan ja hankkeelle on tärkeä löytää sopivat työkalut tavoitteiden saavuttamisen varmistamiseksi. Tuotannonohjaamisella varmistetaan tavoitteiden toteutuminen, kun tavoitteet ovat selkeät ja valvonnan työkalut toimivat. (4, s.18.)

Aikataulusuunnittelu on onnistuneen projektin avaintekijä. Se käynnistyy jo rakennuttajan hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin hahmotellaan projektiaikataulu ja hanke saa ajalliset raamit. (4, s.8.) Projektiaikataulussa tulee olla esitettynä realistinen näkemys hankkeen vaiheiden ajoituksesta ja kestosta. Hankeaikataulusuunnittelu käsittää koko hankkeen vaiheet suunnitelmien valmistumisesta, rakentamisvaihesuunnitelmiin, hankintoihin, kohteen valmistumiseen sekä käyttöönottoon. (4, s.18.)

Realistinen aikataulusuunnittelu helpottaa aikataulussa pysymistä. Kiireetön ja hallittu tuotannon eteneminen on perusedellytys laadulle, työturvallisuudelle ja kustannustehokkuudelle. Kiireessä tehdyt toimenpiteet aikatauluviiveen kiinnisaamiseksi johtavat usein kustannusten nousuun, laatupuutteisiin tai työturvallisuusongelmiin. (1, s. 17.)

2.1 Hankeaikataulu

Hankeaikataulu eli projektiaikataulu on rakennuttajan laatima aikataulu, josta käy ilmi koko rakennushankkeen vaiheet. Tällä rakennuttaja varmistaa hankkeensa laadukkaan toteutuksen ja onnistumisen normaalissa rakennusajassa. (2, s. 41.)

Se toimii rakennuttajalle ohjenuorana läpi hankkeen, jotta kaikille vaiheille voidaan varata riittävästi aikaa onnistunutta toteutusta varten. Aikataulun kiinnipitämättömyydestä seuraa usein kiire, joka puolestaan voi aiheuttaa laadullisia ja taloudellisia haittoja. (2, s. 41.)

Realistinen ja tarkistettu hankeaikataulu antaa mahdollisuuden valmistella kohteen luovutuksen huolella, mikä puolestaan parantaa laatua. Lisäksi huolella tehty aikataulu antaa myös tilaajalle mahdollisuuden hoitaa omat vastuunsa järkevästi ja aikataulussa, jolloin näistä ei pääse aiheutumaan rakennusvaiheessa estettä. (2, s. 41.)

2.2 Yleisaikataulu ja työaikataulu

Päätoteuttajan laatima yleisaikataulu on työmaan toteutuksen ja ajoituksen malli. Se kuvaa toteutuksen suunnitellun työnkulun. (4, s. 27.)

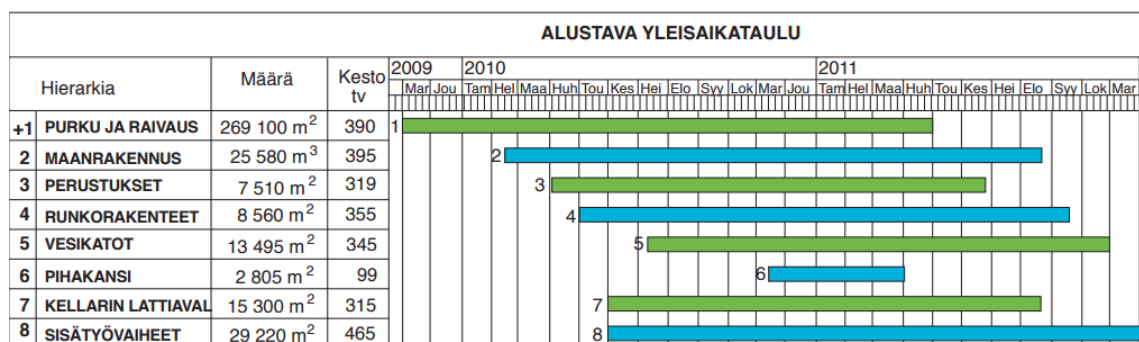
Yleisaikataulu on yleensä rakentamisvaiheen ensimmäinen aikatauluversio, joka tarkentuu kolmeen muotoon: alustavaan yleisaikatauluun, sopimusyleisaikatauluun sekä työaikatauluun. (4, s. 27.)

Alustava yleisaikataulu luodaan yleensä päätoteuttajan toimesta jo urakan laskentavaiheessa. Aikataululla on mm. tarkoitus tarkastella karkealla tasolla hankkeen aikataululliset onnistumismahdollisuudet suhteessa rakennuttajan laatimaan hankeaikatauluun.

Alustavan yleisaikataulun nimikkeet ovat hyvin karkealla tasolla: maanrakennus-, perustus-, runko-, vesikatto-, sisävalmistus- ja LVIS-työt yms. (2, s. 43.)

Alustavan yleisaikataulun on mm. tarkoitus selventää urakoitsijalle hankkeen luonnetta:

- Aikataulun kireys, (onko realistisia mahdollisuuksia selvittää asetusta aikatauluta-voitteesta: toimitusajat, kuivumisajat, talvityöt, yms.)
- Hankkeelle asetettujen välitavoitteiden saavuttamismahdollisuudet (aiheuttavatko sakolliset välitavoitteet hankkeelle taloudellista riskiä?)
- Töiden vuodenaikoihin ajoittuminen (talvilisätyöt kuten lumenauraus, hiekoitus, höyrytykset yms.)
- Aikaan sidotut työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset (työmaaparakit, torninos-turi yms.)
- Tarvittava henkilöstö- ja kalustoresurssit (onko saatavilla jotain erikoiskalustoa riittävä määrä? dumpperit, paalutuskoneet yms.)
- Materiaalien ja alihankintojen toimitusajat (2, s. 43.)



Kuva 1 Rakennushankkeen alustava yleisaikataulu (2, s. 44.)

Alustava yleisaikataulu on usein jana-aikataulu tai paikka-aikakaavion muodossa.

Sopimusyleisaikataulua käsitellään yleensä sopimusneuvotteluissa, jossa sitä voidaan muokata vielä niin rakennuttajaa kuin urakoitsijaa palvelevaksi asiakirjaksi. Aikataulussa on hyvä olla vähintään sopijaosapuolten kannalta merkittävät asiat, kuten rakennuttajan hankinnat, aloitus- ja lopetusajankohdat sekä välitavoitteet. (2, s. 45.)

Aikataulun realistisuus on syytä tarkastaa ennen sopimuksen allekirjoittamista, koska yleensä allekirjoitetun sopimuksen mukaisia aloitus- ja lopetusajankohtia on vaikea muuttaa. (2, s. 45.)

Sopimuksen synnyttyä päätoteuttaja päivittää sopimusaikataulusta työaikataulun, joka kulkee työmaalla yleensä *yleisaikataulun* nimellä. Työaikataulu toimii päätoteuttajan ja urakoitsijoiden välisten sopimusten ajallisena pohjana. (2, s. 45.)

Työaikataulu ulotetaan tarkemmalle tasolle rakentamisen vaiheissa sekä lohkojaotellussa. Tähän aikatauluun listataan kaikki hankkeen kannalta oleelliset työvaiheet, jotka muodostavat koko hankkeen ajallisen keston. Kaikki hankkeen muut aikataulut pohjautuvat tähän aikatauluun. (2, s. 45.)

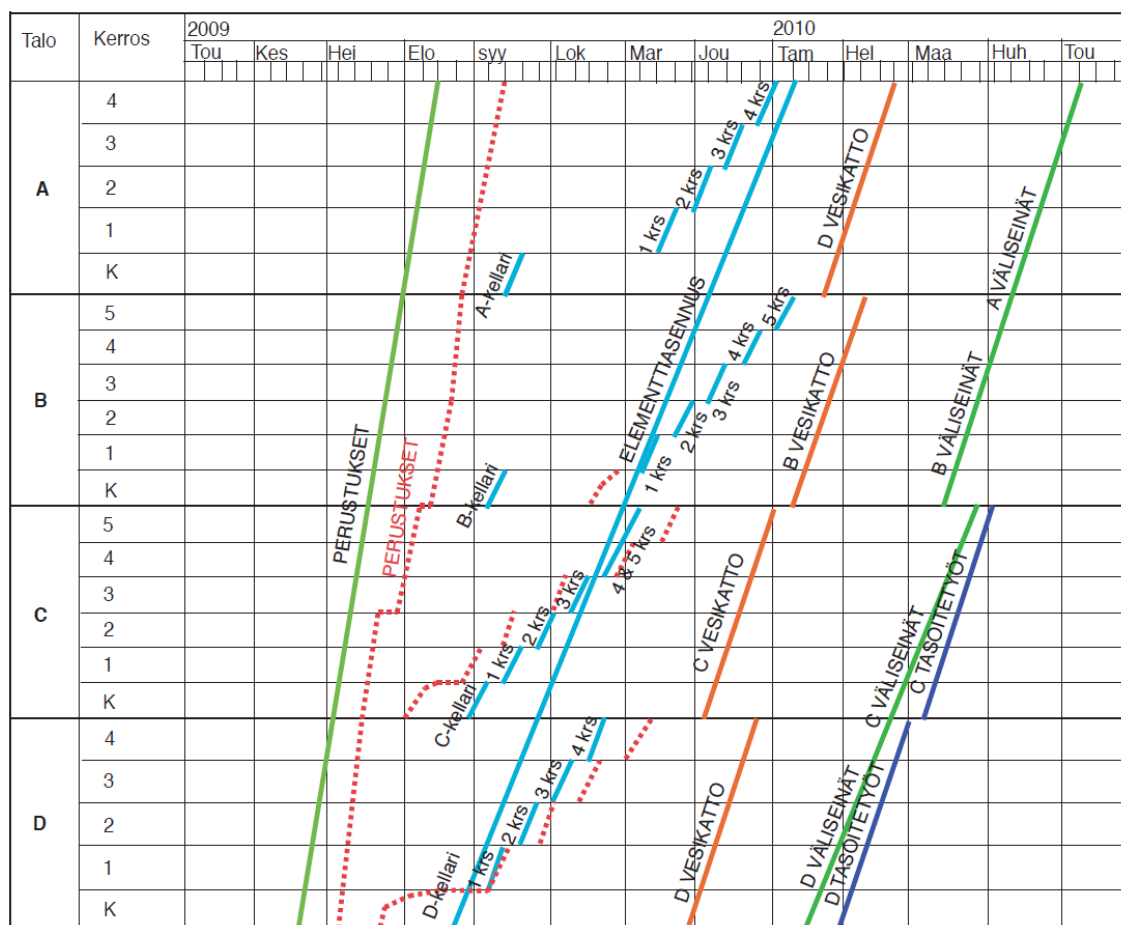
Työaikataulu on mainittu myös rakennusalan yleisissä sopimusehdoissa YSE1998 kohdissa 4§, 5§:

Työmaanjohtovelvollisuuksista vastaavan urakoitsijan, muiden urakoitsijoiden ja tilaajan tulee laatia yhteistyössä työmaan työaikataulu.

Työmaan aikataulussa tulee esittää työvaiheiden ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen siten, että kaikki urakoitsijat ja asiantuntijat voivat tahdistaa tehtävänsä sen mukaisesti.

Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan omien töiden järjestely.

Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentamista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla. (2, s. 45.)



Kuva 2 Esimerkkikohteen työaikataulu seurantaan (2, s.47.)

2.3 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataululla tarkennetaan työaikataulua sen ajallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Aikataulu laaditaan yleensä jollekin rakentamisvaiheelle tai aikavälille esim. 2-6 kk. (4, s. 28.)

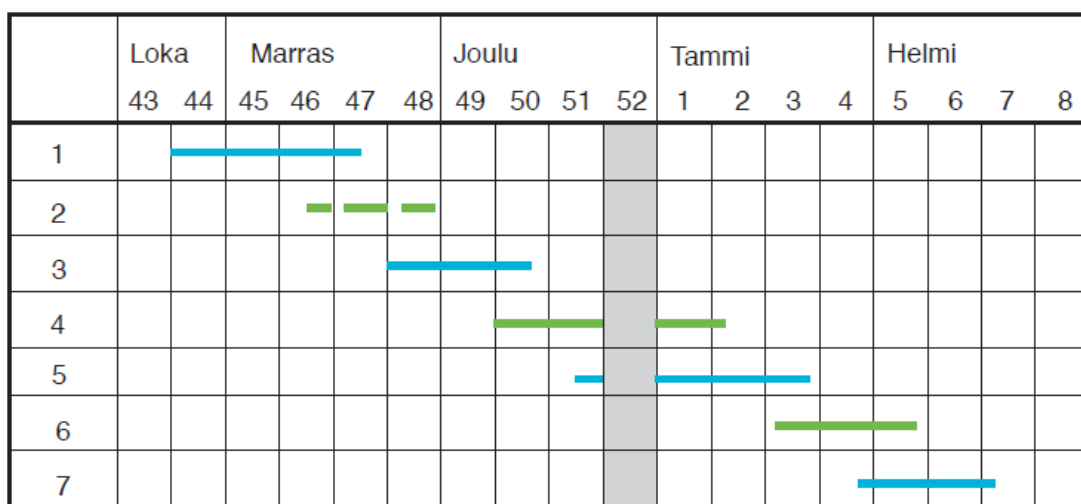
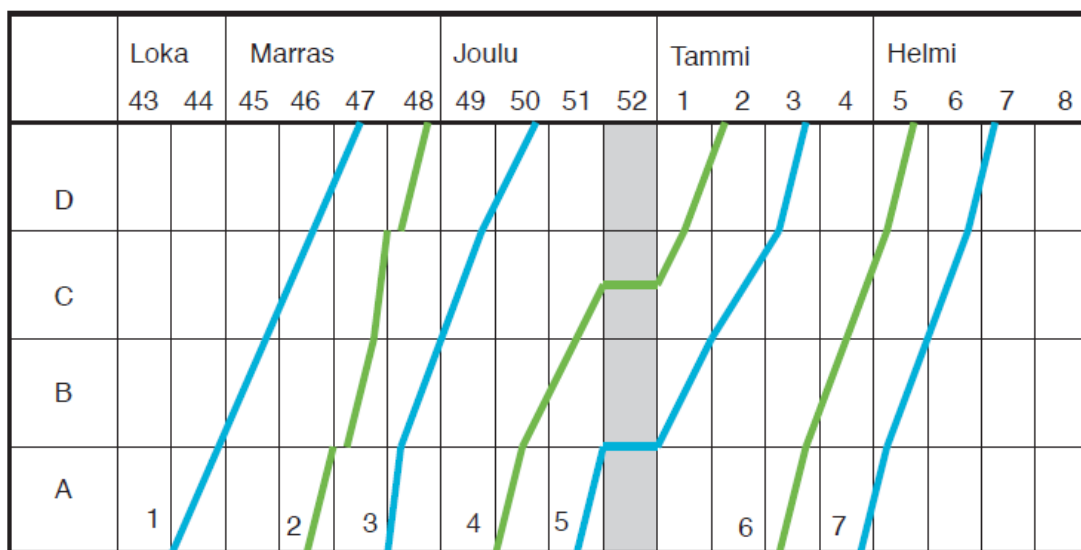
Perinteisiä rakentamisvaiheen aikatauluja ovat:

- maarakennus- ja perustusvaiheen aikataulut
- runko- ja vesikattovaiheen aikataulut
- sisävalmistusvaiheen aikataulu

- viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulu. (2, s. 55.)

Vaihesuunnitelmaan laadinnan tavoitteena voi olla esimerkiksi varmistaa runkotöiden aloitus ajallaan. Tämän takia tulee runkotöitä edeltävistä töistä laatia rakentamisvaiheen aikataulu, johon on kerätty kaikki runkotöitä edeltävät työvaiheet. Nämä työvaiheet resursoidaan riskivarat huomioiden siten, että runkotyöt päästään aloittamaan määräpäivänä. (2, s. 55.)

Rakentamisvaiheen aikataulu on keskeisin työmaatoiminnan ohjausväline ja sen laadintavastuu on aina työmaalla. (4, s. 28.)



1 Väliseinät
2 Pintabetoni
3 Tasoite / maalaus

4 Kalusteasennus
5 Mattotyöt
6 Sisäövet / lisat

7 Loppusiivous

Kuva 3 Sisävalmistustöiden rakentamisvaiheaikataulu (2, s. 55.)

2.4 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu on työmaan tehokkaan toteutuksen kannalta tärkein työkalu. Sen tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikajänteellä rakentamisvaiheaikataulun tavoitteiden täyttyminen, resurssien tehokas käyttäminen sekä vapaan mestan järjestäminen. Se toimii jokapäiväisenä ohjeena ali- ja sivu-urakoitsijoille sekä nokkamiehille. (4, s. 31.)

Viikkoaikataulu luodaan lyhyen aikajänteen tuotannonohjausta varten. Se muodostetaan yleensä 1 – 3 viikon ajanjaksolle ja työtehtävät voivat olla hyvinkin tarkkoja, esim. jonkun tietyn seinän maalaaminen jonkun nimetyn henkilön toteuttamana. Tämän aikataulun tarkoituksena on varmistaa resurssien tehokas käyttö sekä rakentamisvaiheen aikataulun aikataulutavoitteiden täyttyminen. (2, s. 58.)

Lähtökohtaisesti jokainen työnjohtaja luo omasta vastuualueestaan viikkoaikataulua, jotka sovitetaan vastaavan työnjohtajan johdolla yhteen. (2, s. 58.)

Viikkoaikataulu																		
Kohde:				Viikot ____ - ____ 20__														
Tehtävänimike ja työkohde	Työryhmä RAM + RM	Työsaavutus	Tavoite- määrä	Viikko							Viikko							
				M	T	K	T	P	L	S	M	T	K	T	P	L	S	
Täyttö ja tasaus	2 RM + KK	320 m ² idt/tv	Ruudut 2-5, 7-9															
Lämpöeristeen ja suojapaperin asennus	2 RM	200 m ² /tv	1-3, 6-8	1		6	2	7	3	8			4	9	5			
Muuraus	3 RAM + 5 RM	45 m ² /tv	225 m ²															
Liittyvät työt:																		
Laatan rauditus		1,5 ruutua/tv											2	8	3	9	4	5
Imubetonointi		1 ruutu/tv											1	2	3	4	5	

Kuva 4 Viikkoaikataulu (2, s. 59.)

Toimiessaan hyvin, kuluva viikko ei käytännössä tarvitse suunnitella, kun se on suunniteltu ns. kaksi viikkoa sitten. Tällöin työnjohtaja pystyy keskittämään voimavarojaan tulevan suunnitteluun ja sekä varmistamaan ennakkoon ettei tulevan viikon työvaiheille ole esteitä suorittaa niitä ja ryhtyy toimiin mahdollisten esteiden poistamiseksi. Tällöin tuotantoon ei pitäisi syntyä katkoksia.

2.5 Viimeistelyvaiheen suunnittelu

Nykypäivän keskeiseksi rakentamisvaiheeksi on muodostunut viimeistelyvaihe. Aloituksen ohella työmaan hallittua lopettamista pidetään vaikeimpana vaiheena. Työmaan viimeistelyvaiheen suunnittelun avulla varmistetaan hankkeen valmistuminen sovittuna

ajankohtana. Työmaan viimeistely ja luovutus suunnitellaan ja toteutetaan sovitulla tavalla tilaajan haluamaan laatutasoon kustannustehokkaasti ilman ylimääraisiä työn keskeytyksiä tai materiaalihukkaa. Kiteytettynä haluttu laatutaso tulee saavuttaa ”kerralla valmiiksi” -toimintaperiaatteella. (2, s. 57.)

Viimeistelyvaiheesta tiedotetaan työmaakokouksessa. Urakkasopimuksissa veloitetaan urakoitsijat osallistumaan viimeistelypalaveriin ja varaamaan resursseja viimeistelyn puutteiden ja virheiden korjauksiin. Viimeistelypalaverissa esitetään hankkeen osapuolille kohteen viimeistelyn toiminnalliset ja tekniset vaatimukset, käydään läpi aikataulu, työmaan viimeistelyn organisointi sekä kunkin osapuolen vastuut ja rooli hankkeen viimeistelyssä.

Viimeistelyaikatauluun suunnitellaan kohteen oikea valmistumisjärjestys. Se sisältää seuraavien toimenpiteiden järjestyksen ja ajoituksen viimeistelyalueittain: omat tarkastukset, mahdolliset asiakastarkastukset, korjaustyöt tiloittain tai urakoitsijoittain, talotekniikan tarkastukset, mittaukset ja testit, jälkitarkastukset, vastaanottotarkastukset sekä viranomaistarkastukset. (2, s. 57.)

3 Tuotannonohjaus

Tässä kappaleessa käsitellään rakennushankkeen yhtä tärkeintä osa-aluetta, tuotannon ohjausta, kahdelta eri toimintatavalta. Tulosjohtamisen periaatteisiin ja työntöohjaukseen perustuva Uusiutuva tuotannonohjaus sekä Lean-periaatteisiin ja ”imuohjaukseen” nojaava Last Planner System.

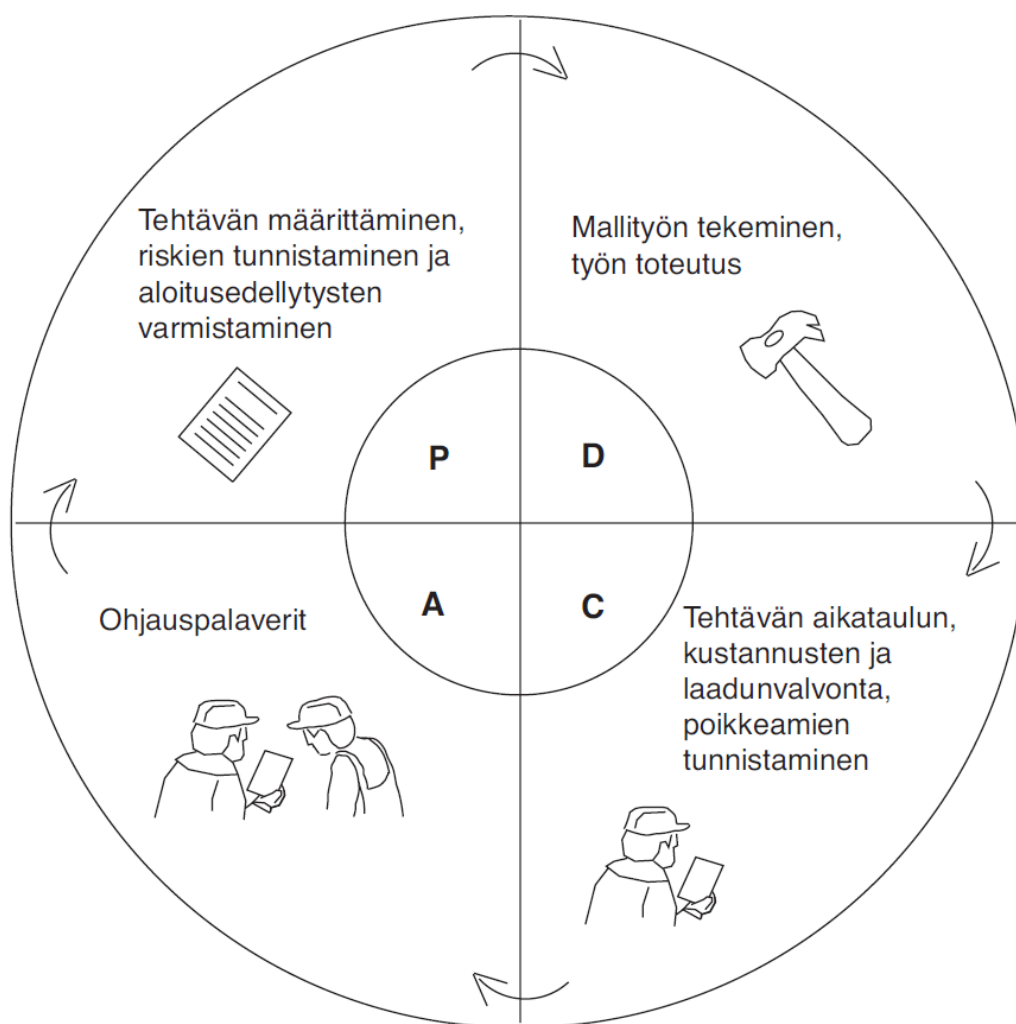
3.1 Uusiutuva tuotannonohjaus

Uusiutuvan tuotannonohjauksen periaatteena on laatia tuotantoa palvelevia ja toteuttamiskelpoisia työn toteuttamissuunnitelmia, joissa edetään tuotanto edellä. Tavoitteena on olla koko ajan tietoinen tuotannon etenemästä suhteessa suunnitelmiin sekä tavoitteisiin kaikkien laadittujen suunnitelmien osalta. Yhtenä tärkeimpänä elementtinä on jatkuva tuotannon toteutusedellytysten voimassaolo sekä mahdollisten tulevien ongelmien ennakointi. Tärkeää on siis johtaa työtä eturintamalta sekä varmistaa resurssien riittävyys.

Tuotannonohjaus jakaantuu ennakoiwaan ja korjaavaan ohjaukseen. Jatkuva tietoisuus vallitsevasta tilanteesta mahdollistaa pieniinkin tuotannon poikkeamiin välittömän puuttumisen, jolloin laadittuja suunnitelmia pystytään noudattamaan hyvinkin tarkasti. Tällä tavoin voidaan varmistua laadittujen suunnitelmien toteutumisesta sekä tuotannon häiriöttömästä edistymisestä. Häiriötön edistymä tarkoittaa, ettei häiriöistä aiheutuvia lisäkustannuksia pääse syntymään ja panosten hinnat ovat suunnitellulla tasolla.

Tehtäväsuunnitelmat tehdään kaikille aikataulutehtäville. Keskeisenä tarkoituksena on varmistaa työn käynnistysesellytykset ja etsiä sellaiset keinot, että työryhmän työmenekki on tavoitebudjetin mukainen ja tuotantonopeus suunniteltu. Työmaata pyritään ohjaamaan tehtävien tavoitteiden saavuttamisen kautta.

Tehtäväsuunnitelmia laadittaessa on tärkeä tiedostaa, miksi suunnitelmia tehdään. Suunnitelmien tavoitteena on tuottaa työmaalle konkreettisia työkaluja hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi. Jokin työvaihe voi olla esim. aikataulullisesti todella kriittinen sen tahdistavuuden takia tai se voi olla laadullisen onnistumisen kannalta hyvin tärkeä. Näihin liittyvien riskien hallitsemista varten tehdään yksityiskohtaiset suunnitelmat, jotka palvelevat työmaan johtoa asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa. Suunnitelmien tärkeänä sisältönä on riskien tunnistaminen sekä konkreettisesti mitattavissa olevien tavoitteiden asettaminen, esim. tuotantonopeus lattian hionnassa m²/tv. Tällöin työnjohdon on helppo puuttua poikkeamiin sekä tehdä välittömiä korjaavia toimenpiteitä.



Kuva 5 Demingin ympyrä kuvaa Uusiutuvan tuotannonohjauksen prosessia

Prosessi alkaa P-sektorilta *Plan*, jolloin varmistetaan tehtävän suorittamisen edellytykset, tehdään riskiarvio. Työtä ei aloiteta ennen kuin kaikki aloittamisen edellytykset ovat kunnossa. Puitteiden ollessa kunnossa tehdään joko mallityö tai aloitetaan suoraan tehtävän suorittaminen D-sektori *Do*. Työskentelyä valvotaan ja toteumaa seurataan C-sektorilla *check*, jolloin voidaan tarvittaessa tehdä korjaustoimenpiteitä riittävän työsaavutuksen varmistamiseksi A-sektorilla *Act*. (2, s. 100 – 104.)

Tehtäväsuunnitelma voitaisiin tehdä esim. saneerauskohteessa, jossa on poistettu muovimatto, jonka mattoliimat tulee hioa pois ennen uuden maton asentamista. Tällöin liimanhionta on tahdistava työvaihe ja sen laadullinen ja aikataulullinen onnistuminen on tärkeää seuraavan urakoitsijan työsuorituksen alkamisen kannalta. Tällöin voidaan mää-

ritellä alueen hiontajärjestys, tasaisuusvaatimukset sekä hionnan laatu esim. mallikatselmuksella. Lisäksi hionnalle voidaan asettaa vähimmäissaavutus työvuoroa kohden, jolloin on helppo työvuoron päätteeksi todeta tehtävän valmiusaste.

3.2 Last Planner ja Lean-rakentaminen

3.2.1 Lean-rakentaminen

Lean on toimintastrategia, joka pyrkii asiakasarvon maksimointiin parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta.

Virtaustehokkuuden parantaminen tapahtuu vähentämällä hukkaa eli arvoa tuottamatonta resurssien käyttöä. Arvoa tuottamattomien resurssien käytön tunnistaminen ja eliminointi edellyttää sen erottamista arvoa tuottavasta resurssien käytöstä, jonka tunnistaminen vaatii puolestaan asiakkaille tuotettavan arvon tunnistamista ja määrittelyä.

Lean-rakentaminen on yleispätevän lean-ajattelun ja sen menetelmien soveltamista rakennusalaan. Siihen liittyy joukko rakennusalan sisällä kehitettyjä toimintatapoja ja työkaluja, jotka pyrkivät mahdollistamaan edellä kuvatun toimintastrategian projektiperusteisessa liiketoiminnassa, jota rakentaminen lähtökohtaisesti on.

Lean-rakentamisen työkalut keskittyvät projektin eri vaiheiden ja osapuolten integrointiin sekä toimijoiden aikaiseen osallistamiseen. Aikaisella osallistamisella mahdollistetaan asiakasarvon määrittely sekä projektin lopputuotteen että sen tuotantosysteemin yhtenäinen suunnittelu. Eri vaiheiden ja toimijoiden integroinnilla tavoitellaan yhtenäisiä prosesseja, joissa virtaustehokkuuden parantaminen on mahdollista ja lopputulokset ennustettavia.

Lean-rakentamisen käytetyimpiä työkaluja ovat LastPlanner -tuotannonsuunnittelu, integroivat sopimusmallit ja arvovirtojen mallintaminen. (9.)

3.2.2 Last Planner

Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannon ohjaukseen. Sen lähtökohtana oli huomio, että vain noin puolet viikkosuunnitelman mukaisista tehtävistä saadaan toteutettua kyseisen viikon aikana. Menetelmän periaatteena on tehdä työn kulusta ennustettavampaa sekä oppimisen kautta parantaa tuotannon ohjauksen systeemiä. Last Planner -menetelmä soveltuu suunnittelutyön tuotannon ohjaukseen, rakentamisen tuotannon ohjaukseen sekä ylläpitotöiden tuotannon ohjaukseen. (5.)

Last Plannerin avulla keskitytään häiriöttömän tuotannon edellytysten luontiin osallistamalla avainhenkilöitä yhteiseen aikataulusuunnitteluun, keskittymällä esteiden poistamiseen, lupaamalla toteuttaa viikkosuunnitelmiin asetetut aikataulutehtävät sekä mitata viikkosuunnitelmien luotettavuus ja analysoida poikkeamat, jotta tuotannon ohjauksen systeemiä voidaan parantaa ja kehittää. (5.)

Last Plannerin yleisin käytötapa on levittää seinälle suuri aikatauluruudukko, johon jokainen työsuunnitteluun kutsuttu henkilö listaa oman työsuorituksensa vaiheet PostIt-lapuilla. (5.)

Last Plannerilla voidaan tehdä työvaihesuunnittelua, joka voi olla 4 – 6 viikon mittainen ajanjakso. Suunnitelma voi käsitellä esim. jonkun toimistokerroksen sisävalmistustöitä. Tällöin kaikki hankkeen sisävalmistustöihin liittyvät urakoitsijat / osapuolet kokoontuvat yhteiseen suunnittelukokoukseen, jossa listataan kunkin urakoitsijan merkittävimmät työvaiheet PostIT-lapuin aikataulupohjalle lopusta alkuun edeten. Tällöin päästään yhdessä toimimalla muodostamaan visuaalinen käsitys siitä, mitä kyseisenä ajanjaksona aiotaan tehdä, sekä miten toisten työt vaikuttavat toisiinsa. Tällä menetelmällä päästään karsimaan kommunikaation puutteesta yleensä johtuvia ongelmia kuten mestan puutetta. (5.)

Työvaihesuunnittelu toimii viikkosuunnittelun pohjana. Viikkosuunnitteluun osallistuvat kaikki mestarit sekä aliurakoitsijoiden edustajat tarvittaessa myös työryhmän nokkamiehet. (5.)

Viikkosuunnittelu jakautuu kolmeen päävaiheeseen: valmistelu, neuvottelu ja sitoutuminen. Valmisteluvaiheessa tarkastetaan käynnissä olevien työvaiheiden totuuden mukainen tilanne sekä valmistellaan ensiviikon työvaiheita. Neuvotteluvaiheessa käsitellään

Kuva pyrkii havainnollistamaan Last Plannerin toimintaperiaatetta. Kyseiseen työvaiheeseen kuuluvat sidosryhmät ovat kokoontuneet yhteisen suunnittelupalaveriin, jossa yhteiseen tavoitteeseen pääsemiseksi jokainen lista oman työnsä kannalta merkittävät työvaiheet, kestot ja resurssin. Tällöin päästään varmistamaan, että resurssien käyttö on mahdollisimman tehokasta, päällekkäisiä toisiaan poissulkevia työvaiheita ei synny, mahdolliset muut esteellisyydet nousevat esiin ja ne voidaan eliminoida.

4 CASE ÄKI85-purkuprojektin esittely

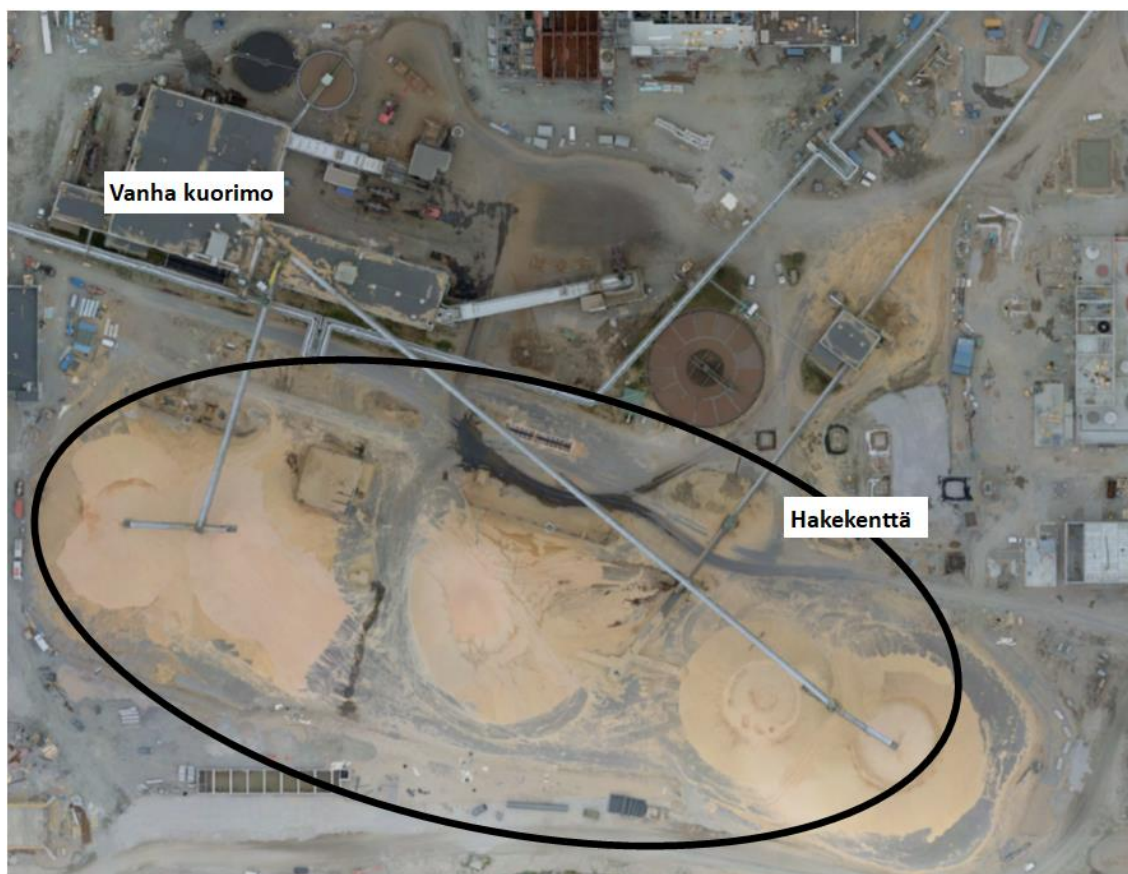
ÄKI85 on projektinimi Metsä Fibren vuonna 1985 valmistuneen sellutehtaan purkuprojektille. Uuden biotuotetehtaan valmistuttua vanha sellutehdas jää vaille käyttöä ja se puretaan pois mm. maankäytön tehostamiseksi. Metsä Fibre on ostanut Delete Finland Oy:ltä kokonaishintaisen pääurakkamuotoisen purkupalvelun laitoksen purkamiseksi. Hanke alkoi kesäkuussa 2017 ja sen on määrä valmistua maaliskuun 2019 loppuun mennessä.

Purkuhanke jakautuu kolmeen vaiheeseen: jäteveden puhdistuslaitos, puunkäsittelyalue sekä 2. vaihe eli varsinainen tehdas.



Kuva 7 Jäteveden puhdistamon ilmakeku

Purkuhanke käynnistyi vanhan jätevedenpuhdistamon purkutöillä vanhan tehtaan ollessa edelleen käynnissä. Alueelle oli valmistunut uusi puhdistamo hetkeä aikaisemmin, joten purkutyöt päästiin aloittamaan kahden pyöreän jälkiselkeytysaltaan puruilla. Viimeiseksi purettiin suorakaiteen muotoinen ilmastusallas, jonka pohjalaatta säilytettiin ja sen päälle rakennettiin myöhemmin uusi varoallas uuden puhdistamon tarpeisiin.



Kuva 8 Puunkäsittelyalueen purkualue

Järjestyksessään seuraava alue oli hakekenttä, josta purettiin kaikki hakkeen siirtämiseen ja varastoiin liittyvät kuljettimet ja rakennelmat maan päältä ja alta.

Vanhan kuorimorakennuksen purku käynnisti hankkeen niin sanotun 2. vaiheen, jonka edistymäseurannassa käytettiin S-käyrää.

5 Mikä on S-käyrä

S-käyrä on lineaarifunktio, joka kuvaa jonkin asian kumulatiivista kertymää ajan suhteen. S-käyrälle on paljon sovellutuksia monilla eri tieteen aloilla kuten fysiikassa, kemiassa, lääketieteessä sekä tilastotieteessä. Rakennusosalalla S-käyrää on käytetty projektihallinnassa mm. kuvaamaan hankkeen kustannusten kertymää ajan suhteen. (8, s. 38.)

5.1 S-käyrän käyttäytyminen rakennushankkeessa

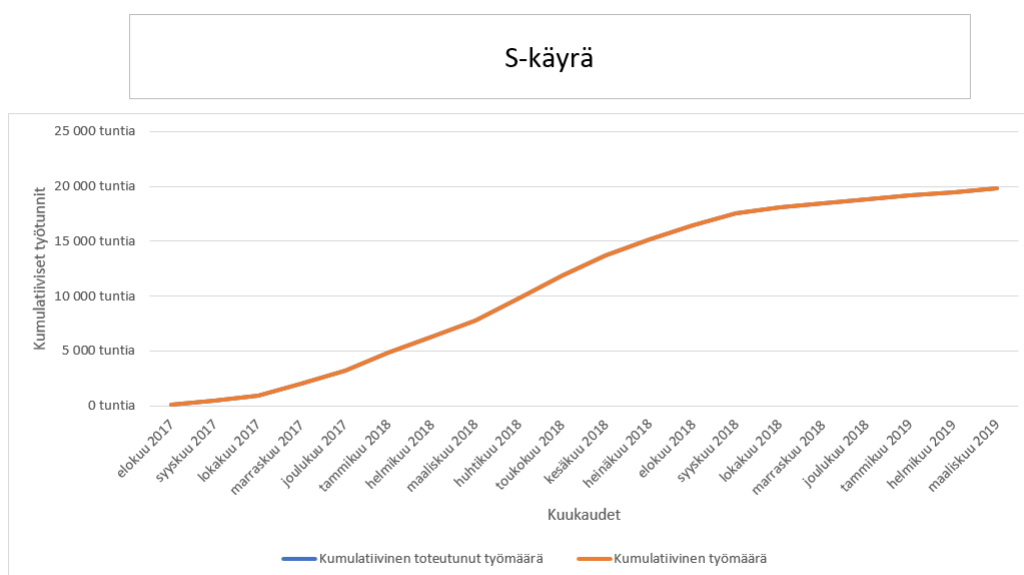
ÄKI85-purkuhankkeessa S-käyrää käytetään kuvaamaan purkutyötuntien kumulatiivista kertymää ajan suhteen.

Projektin alussa tapahtuu yleensä suhteessa vähän asioita. Työmaan perustaminen ja valmistelevat työt kerryttävät vähän henkilötyötunteja. Tällöin kumulatiivinen työtuntien kertyminen on hidasta. Projektin keskivaiheilla tapahtuu yleensä eniten, työmaalla on paljon työntekijöitä ja monia työvaiheita on käynnissä samanaikaisesti. Tällöin kumulatiivinen työtuntien kertymä on voimakasta ja kuvaaja on jyrkimmillään. Projektin lopussa tehdään viimeistelyitä, jolloin tuntikertymä on pientä ja käyrä alkaa tasaantua. Tästä muodostuu kuvaaja, joka on vinon S-kirjaimen mallinen.

5.2 S-käyrän muodostaminen

Hankkeen alussa tehdään aikataulu, jossa kullakin työtehtävällä on aloitus- ja lopetuspäivät sekä kesto. Työtehtävän resursoinnin jälkeen tehtävällä on kyseiselle aikavälille myös ”korvamerkitty” tuntimäärä. Eli työtehtävä kestää viikon ja sitä on resursoitu tekemään kahden henkilön työryhmä ja työ tehdään esimerkiksi kalenteriviikolla 45. Työtunteja kertyy jokaista työvuoroa kohden 2 x 8h, jolloin 5 työpäivän viikossa tunteja kertyy 80h, jotka nostavat kumulatiivista kertymää ajanhetkellä vk 45.

Tällöin työtehtävien tuntimääriä kumulatiivisesti yhteen laskiessa muodostuu kuvaaja, joka lukitaan hankkeen S-käyräpohjaksi. Tähän suunniteltuun S-käyräpohjaan ryhdytään vertaamaan toteutuneiden työtuntien S-käyrää.



Kuva 11 MS Projectilla tehty S-käyrä ÄKI85-purkuhankkeelle

Yllä olevassa kuvassa näkyy MS Projectilla tehty ÄKI85-purkuhankkeen S-käyrä. Kuvaaja osoittaa tehdyn aikataulun ja resursoinnin pohjalta suunniteltujen työtuntien kumulatiivista kertymää ajan suhteen. Kuvaajalla oleva tuntimäärä ei ole totuudenmukainen, sillä kuvaaja on tulostettu aikataulusuunnittelun vaiheessa, jossa resursointi on tasolla yksi resurssi työtehtävää kohden.

5.3 S-käyrä Metsä Fibren uuden biotuotetehtaan rakennushankkeessa

S-käyrä oli vuonna 2015 alkaneen Metsä Fibren uuden biotuotetehtaan rakennushankkeen aikatauluseurannan virallinen ja käytännössä ainoa työkalu.

Koko hankkeen edistymäseuranta perustui siihen, että jokaisesta BTT:n tilaamasta urakasta vastuullinen urakoitsija loi s-käyrän. Esimerkiksi paalutusurakoitsija teki oman aikataulun, josta muodosti s-käyrän. Tämän s-käyrän pohjalta Metsä Fibren projektitiimi lisäsi omaan, koko hankkeen S-käyrään, rivin paalutustyö ja resursoi sen urakoitsijan s-käyrän mukaan. Kaikki hankkeen urakoitsijat toimivat samalla tavalla.

Hankkeen käynnistyttyä joka viikko urakoitsijat toimittivat päivitetyn S-käyrän toteuman, josta kävi ilmi urakan kokonaisvalmiusaste. Tällä raportointimenetelmällä seurattiin koko suuren tehdashankkeen valmistumista. (3.)

6 S-käyrän soveltaminen purkuprojektiin

Projektia lähdettiin hahmottelemaan jakamalla tehtaan purku pienempiin osa-purkuhankkeisiin. Osapurkuhanke käsitti yleensä jonkun prosessivaiheen tai rakennusosan esimerkiksi kaustistamo, haihduttamon säiliökenttä, meesauuni yms. Tällöin saatiin niin sanottu ”lego-palikoita”, joilla oli helppo hahmotella purkujärjestystä. Kun alustava purkujärjestys oli hahmoteltu, ryhdyttiin muodostamaan yleisaikataulua.

Yleisaikataulun ensimmäinen versio oli todella karkea, koska täyttä varmuutta hankkeen resursseista ei ollut. Lisäksi suureen tehdaspurkuun ei ole mitään varsinaista käsikirjaa, jonka mukaan purku tulee suorittaa, joten purkujärjestyksen päättäminen vaati muutamien eri versioiden tekemistä.

Purkuhankkeen osittelun jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan tapaa luoda aikataulu hankkeelle. Koska massiivipurkuhankkeita ei ole ollut tapana aikatauluttaa, tuli nyt miettiä muutamia eri tapoja aikataulun luomiselle.

6.1 Hankkeen osittelu

Suuren projektikokonaisuuden hallintaa helpottaa sen osittelu pienempiin osakokonaisuuksiin. Tässä hankkeessa osakokonaisuudet jaettiin karkeasti tehtaan prosessien mukaan. Lisäksi osakokonaisuuksista muodostettiin suurempia aluekokonaisuuksia, joissa purkutyöt etenevät peräkkäin.

Osittelun tarkoituksena oli ennen kaikkea selvittää purku-urakoitsijalle hankkeen laajuutta sekä toimia perehdytysmateriaalina tehtaan aluerakenteeseen. Lisäksi se helpotti urakoitsijan ja tilaajan välistä kommunikointia, kun terminologia oli molemmilla osapuolilla yhteinen. Alueiden värikoodaus on yhtäläinen aikataulussa käytettyyn värikoodauksen kanssa. Tällä pyrittiin helpottamaan aikataulun lukemista, kun aikataulutehtävät löytyvät kuvasta myös värin perusteella.

Purkuhankkeita on harvoin kahta samanlaista ja siksi olisi tärkeä löytää ne työvaiheet, jotka löytyvät yleisesti kaikista purkuhankkeista. Tämän pohjalta voitaisiin vakioda työtehtävien nimikkeet ja aloittaa keräämään työsuoritedataa tulevien hankkeiden aikataulusuunnittelua varten.

6.2.1 ÄKI85 hankkeelle valikoituneet aikataulutehtävät

Haitta-ainepurkutyöt

Kaikkiin ennen vuotta 1994 valmistuneisiin rakennuksiin, joihin aiotaan suorittaa purku- tai saneeraustoimenpiteitä, tulee teettää VNa 798/2015 *Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta* mukainen asbestikartoitus. (8.)

Kartoituksesta tulee käydä ilmi kohteesta löytyneen asbestin:

- Määrä (m2, jm, kpl.)
- Asbestilaatu (krokidoliitti, antofylliitti, krysotiili, yms..)
- Sijainti (pohjakuva ja tarvittaessa valokuvat.)
- Pölyävyys purettaessa (oma taulukko.)

Asbesti- ja haitta-ainepurkutyöt tehdään monesti sisäpurkutöiden kanssa samanaikaisesti. Asbestipurkutyöt ovat usein käsipurkutöitä, mikä tarkoittaa, että työt tehdään käyttäen maksimissaan sähköisiä käsityökaluja.

Sisäpurku

Sisäpuruksi on tässä hankkeessa määritelty käytännössä kaikki ne purkutyöt, jotka tehdään rakennuksen sisällä kantavia rakenteita purkamatta.

Sisäpurkutöitä tehdään tapauskohtaisesti joko käsi- tai konepurkutöinä. Konepurkutöitä pyritään tekemään mahdollisimman paljon tehokkuuden ja työturvallisuuden takia.

Sisäpurkutoissa pyritään poistamaan rakennuksen sisältä kaikki sekalainen purkujäte kuten kevyet väliseinät, alakatot, kalusteet, lattioiden pintamateriaalit sekä talotekniikasta lähinnä sähkökaapelit. Valmistelevien purkutöiden tarkoituksena on jättää suurille koneille vain runko sekä magneettiset metallit. Tällä pyritään parantamaan lajittelun tehokkuutta sekä betonimurskeen laatua.

Runkopurku

Tässä hankkeessa runkopuruksi käsitetään kaikki rakenteiden purkaminen maanpinnan tasoon saakka. Jaottelun periaatteena on se, että runkopurkuja tehdään usein erikoiskalustolla, kuten pitkäpuomisilla kaivinkoneilla, jotka ylettävät jopa 41 m korkeuteen. Näillä koneilla pyritään tuomaan rakennuksen runko turvallisesti maantasoon, jossa pienemmän ”perustason” kaivinkoneet voivat käsitellä purkumateriaalin kustannustehokkaammin.



Kuva 13 Jälkiselkeytysaltaan runkopurkua

Lajittelu ja pulverointi

Tässä hankkeessa lajittelu ja pulverointi erotettiin omaksi työvaiheekseen, koska tämä voidaan käsittää runkoa purkavan koneen ”apukonetyöksi”. Kun toinen kone purkaa runkoa, niin tässä työvaiheessa käsitellään purettu materiaali.

Lajittelua ja pulverointia voidaan tehdä ns. tavanomaisilla kaivinkoneilla, joihin on liitettävissä erinäisiä lisälaitteita kuten pulverointisakset, lajittelukoura, kauha, magneetti yms.

Alapohjapurku

Alapohjapurku käsittää tässä hankkeessa kaikki perustusten ja alapohjan purut puoli metriä maan pinnan alapuolelle. Lisäksi jos maan alla kulkee tunneleita syvemmällä kuin sovittu purkuraja, tulee tunnelit kaivaa esille, katot purkaa sekä tyhjentää purkujätteestä. Lisäksi tunnelin pohjaan tulee piikata reikiä, jottei vesi jää seisomaan täyttötöiden jälkeen. Tämä työvaihe ei välttämättä edellytä koneilta mitään erikoisominaisuuksia, mutta koneen suuresta koosta on hyötyä tässä työvaiheessa.

6.3 Aikataulu töittäin jaoteltuna

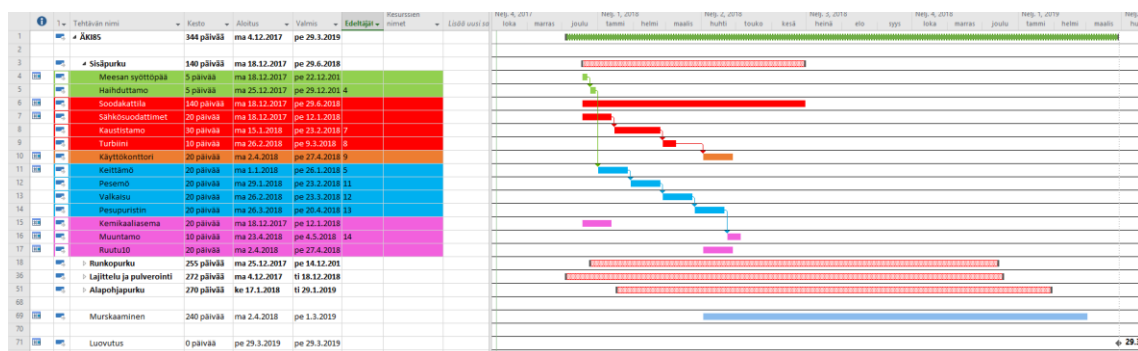
Ensimmäinen versio purkuhankkeen aikatauluttamiseksi syntyi työnsuunnittelullisista näkökohdista. Aikatauluun luotiin jokaiselle päätyövaiheelle aikataulutehtävä, jonka alle listattiin kaikki osapurkukohteet omiksi tehtävikseen.

		Tehtävän nimi	Kesto	Aloitus	Valmis	Edeltäjä	Resurssien nimet	Lisää uusi so
1		ÄKIBS	344 päivää	ma 4.12.2017	pe 29.3.2019			
2								
3		Sisäpurku	140 päivää	ma 18.12.2017	pe 29.6.2018			
4		Meesan syöttöpää	5 päivää	ma 18.12.2017	pe 22.12.2017			
5		Haihduttamo	5 päivää	ma 25.12.2017	pe 29.12.2017	4		
6		Soodakattila	140 päivää	ma 18.12.2017	pe 29.6.2018			
7		Sähkösuodattimet	20 päivää	ma 18.12.2017	pe 12.1.2018			
8		Kaustistamo	30 päivää	ma 15.1.2018	pe 23.2.2018	7		
9		Turbiini	10 päivää	ma 26.2.2018	pe 9.3.2018	8		
10		Käyttökonttori	20 päivää	ma 2.4.2018	pe 27.4.2018	9		
11		Keittämö	20 päivää	ma 1.1.2018	pe 26.1.2018	5		
12		Pesemö	20 päivää	ma 29.1.2018	pe 23.2.2018	11		
13		Valkaisu	20 päivää	ma 26.2.2018	pe 23.3.2018	12		
14		Pesupuristin	20 päivää	ma 26.3.2018	pe 20.4.2018	13		
15		Kemikaaliasema	20 päivää	ma 18.12.2017	pe 12.1.2018			
16		Muuntamo	10 päivää	ma 23.4.2018	pe 4.5.2018	14		
17		Ruutu10	20 päivää	ma 2.4.2018	pe 27.4.2018			
18		Runkopurku	255 päivää	ma 25.12.2017	pe 14.12.2017			
36		Lajittelu ja pulverointi	272 päivää	ma 4.12.2017	ti 18.12.2018			
51		Alapohjapurku	270 päivää	ke 17.1.2018	ti 29.1.2019			
68								
69		Murskaaminen	240 päivää	ma 2.4.2018	pe 1.3.2019			
70								
71		Luovutus	0 päivää	pe 29.3.2019	pe 29.3.2019			

Kuva 14 Työtehtävä, jonka alle on listattu osapurkukohteet

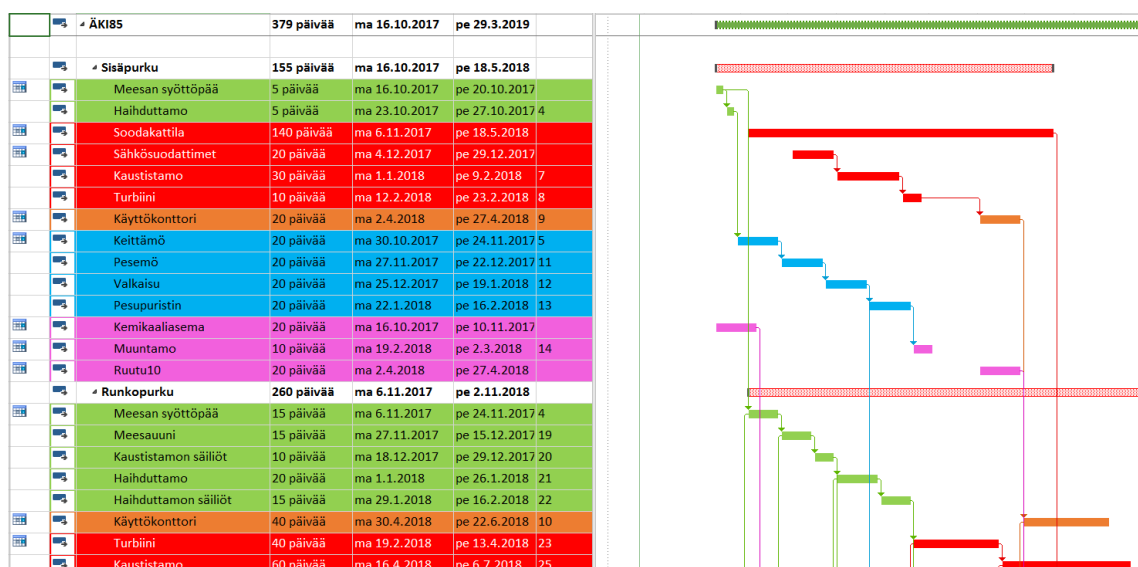
Tämän jälkeen arvioitiin kunkin osapurkukohteen osalta, kuinka kauan kyseiseen työvaiheeseen kuluu aikaa. Esimerkiksi kaustistamon sisäpurkuun 20 työpäivää ja keittämön sisäpurkuun 30 työpäivää. Kestot perustuivat oletukseen, että sisäpurkua tekevä työryhmä käsittää neljä käsipurkumiestä. Tässä vaiheessa ei vielä lyöty lukkoon sen tarkemmin, miten tai millaisella resurssilla kyseinen työvaihe tullaan suorittamaan. Tärkeintä oli saada joku realistinen oletus ensimmäisen aikatauluversion luomiseksi.

Massiivipurkamiselle ei löydy mitään yleisiä työmenekkejä, joista saisi teoreettista tietoa tehtävien kestoista. Tämän takia aikatauluttamisessa käytettiin Delphi-menetelmää, jossa kierrettiin kokeneella muutaman hengen työnjohtajaryhmällä purettavat alueet läpi ja arvioitiin kunkin työvaiheen kesto. Arvioinnissa pyrittiin miettimään todellinen työn kesto, johon lisättiin kohteesta riippuen hieman riskivaraa esimerkiksi noin 5 työpäivää.



Kuva 15 Sisäpuurkutöiden ajoittaminen ja resurssin optimoiminen

Työvaiheittain jaotteleamalla päästiin järjestämään töiden aloitukset siten, että päästiin ”optimoimaan” työryhmien määrä. Kaikki samaisen työvaiheen työt olivat allekkain, jolloin aikataululle oli helppo hahmotella portaikon muotoa.



Kuva 16 Aikataulu työvaiheittain jaoteltuna, sisäpuurin valmistumisesta riippuvuus runkopurun alkamiselle

6.4 Aikataulu osapurkukohteittain jaoteltuna

Toinen vaihtoehto aikataululle oli järjestää työt osapurkukohteittain. Tällöin aikatauluun nimettiin päätehtävät osakokonaisuuksien mukaan meesauuni, kaustistamo, soodakattila jne. Ja näiden alle jaettiin työvaiheet: sisäpuurku, runkopurku, lajittelu ja pulverointi, alapohjapurku.

Tällä menetelmällä oli todella vaikea muodostaa ensimmäistä yleisaikataulua, koska työvaiheet olivat kaukana toisistaan eikä selkeää portaittain etenevää reittiä ollut nähtävissä. Ja tehtaan purkujärjestyksen suunnitteleminen tuntui hankalalta.

Hyvänä puolena tässä aikataulumuodossa oli se, että kunkin osapurkuhankkeen aloitus ja valmistuminen olivat nähtävissä yhdellä silmäyksellä jana-aikakaaviosta.

8							
9		Ulkokaari	85 päivää	ma 18.12.2017	pe 20.4.2018		
10		Meesan syöttöpää	32 päivää	ma 18.12.2017	ti 6.2.2018		
15		Meesauuni	15 päivää	ma 1.1.2018	pe 19.1.2018		
17		Kaustistamon säiliöt	30 päivää	ma 22.1.2018	pe 2.3.2018		
20		Haihduutamo	51 päivää	ti 23.1.2018	ti 3.4.2018		
25		Haihduutamon säiliöt	35 päivää	ma 5.3.2018	pe 20.4.2018		
28		Öljyasema	5 päivää	ma 19.3.2018	pe 23.3.2018		
29		Voimalohko	292 päivää	ma 18.12.2017	ti 5.2.2019		
30		Kaustistamo	142 päivää	ma 11.6.2018	ti 25.12.2018		
40		Soodakattila	292 päivää	ma 18.12.2017	ti 5.2.2019		
50		Putkisilta	20 päivää	ma 4.6.2018	pe 29.6.2018		
51		Massatehdas	267 päivää?	ma 30.10.2017	ti 13.11.2018		
52		Keittämö	157 päivää?	ma 30.10.2017	ti 12.6.2018		
58		Pesemö	197 päivää?	ma 30.10.2017	ti 7.8.2018		
64		Valkaisu	257 päivää?	ma 30.10.2017	ti 30.10.2018		
70		Pesupuristin	172 päivää	ma 19.3.2018	ti 13.11.2018		
75		Keittämön kuljetin	10 päivää	ma 6.11.2017	pe 17.11.2017		
76		Kemipää	207 päivää	ma 18.12.2017	ti 9.10.2018		
77		Kemikaaliasema	87 päivää	ma 18.12.2017	ti 24.4.2018		
82		Muuntamo	167 päivää	ma 19.2.2018	ti 9.10.2018		
87		Ruutu10	40 päivää	ma 2.4.2018	pe 25.5.2018		
90		Massasäiliöt	15 päivää	ma 9.4.2018	pe 27.4.2018		
94		PER	1 päivä	ma 30.4.2018	ma 30.4.2018		
95		Etanolilinja	2 päivää	ma 22.1.2018	ti 23.1.2018		
96		Käyttökonttori	92 päivää	ma 2.4.2018	ti 7.8.2018		
101							

Kuva 17 Osapurkukohteittain jaoteltuna



Kuva 18 Osapurkukohteen työvaiheet avattuna ja resursoituna

6.5 Resursointi

Kun hankkeelle on muodostettu yleisaikataulu, josta käy ilmi hankkeen työvaiheet pääpiirteittäin, on aika määritellä tehtäville resurssit. S-käyrää varten resurssin ei tarvitse olla mikään tietty olemassa oleva kone, vaan se voidaan merkitä tasolla sisäpurkuryhmä tai soodakattilanpurkuryhmä.

Ensimmäinen resursointitapa oli luoda MS Projektiin työvaiheiden mukaiset purkuryhmät: sisäpurkuryhmä, runkopurkuryhmä jne. Tällöin ajatuksena oli määrittää purkuryhmän koko, jolloin MS Project laskisi arvioitujen työpäivien ja purkuryhmän koon mukaan työtunnit kullekin työvaiheelle. Tämän lisäksi merkittävänä asiana oli se, että työtunnit tuli ”korvamerkittyä” tietylle ajanjaksolle, jolloin kumulatiivisena työtuntien kertymänä ajan suhteen alkaa muodostua S-käyrä.

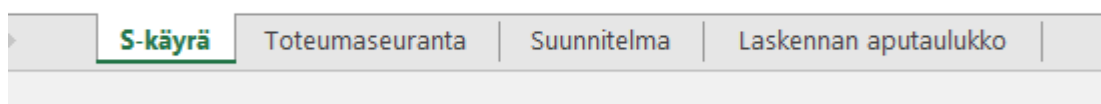
Monien eri kokeiluiden jälkeen lopullisen S-käyrän resursointi toteutettiin Exceliin arvioimalla jokaiselle tehtävälle resurssi erikseen esim. käyttökonttorin sisäpurkuun neljä purkumiestä suorittamaan 10h työpäiviä. Tällöin tehtävälle arvioitiin jokaista aikataulussa olevaa työviikkoa kohden 200h.

6.6 S-käyrä MS Excelillä

ÄKi85-purkuprojektin sopimuksen liitteenä oli Metsä Fibren tarjoama S-käyrän Excel-versio, jolla projektin etenemää on tarkoitus seurata. Excelin tekninen toteutus on hyvin yksinkertainen.

6.6.1 Suunnitelman tekeminen

Suunnitelma välilehdelle kirjataan A-sarakkeeseen kaikki hankkeen aikataulutehtävät. Seuraavat sarakkeet osoittavat työviikkoja, joiden soluihin lähdetään kunkin työtehtävän kohdalle resursoimaan työtunteja kutakin tehtävää kohden.



Kuva 19 S-käyrä excelin välilehdet

SUUNNITELMA [tth]				Kumulatiivinen [tth]																															
				Summa [tth]	VKO 2017-2019	750	751	752	753	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812														
NIMIKE		374,0	100,00	%	25	29	35	37	39	43	48	53	59	66	70	75	79	81	84	87	324														
1	Meesan syöttöpää	0,0	0,00	%																															
2	Sisäpurku	5,0	1,34	%																															
3	Runkopurku	15,0	4,01	%																															
4	Lajittelu ja pulverointi	20,0	5,35	%																															
5	Alapohjapurku	10,0	2,67	%	5																														
6	Meesauuni	0,0	0,00	%																															
7	Runkopurku	15,0	4,01	%	5	5																													
8	Lajittelu ja pulverointi	15,0	4,01	%	5	5	5																												
9	Alapohjapurku	15,0	4,01	%			5	5		5																									
10	Kaustistamon säiliöt	0,0	0,00	%																															
11	Runkopurku	10,0	2,67	%						5	5																								
12	Alapohjapurku	20,0	5,35	%									5	5	5	5																			
13	Haihduttamo	0,0	0,00	%																															
14	Sisäpurku	5,0	1,34	%			5																												
15	Runkopurku	20,0	5,35	%							5	5	5	5																					
16	Lajittelu ja pulverointi	20,0	5,35	%								5	5	5	5	5																			
17	Alapohjapurku	20,0	5,35	%												5	5	5																	
18	Haihduttamon säiliöt	0,0	0,00	%																															
19	Runkopurku	15,0	4,01	%													5	5																	
20	Alapohjapurku	20,0	5,35	%															5	5															
21	Öljyasema	4,0	1,07	%																	4														
22	Voimalohko	0,0	0,00	%																															
23	Sähkösuodattimet	0,0	0,00	%																															
24	Sisäpurku	0,0	0,00	%																															

Kuva 20 Kuvassa resursointi tehty päivinä työtuntien sijaan, päivät muutettiin myöhemmin tunneiksi

Menetelmä on hyvin työläs, koska Excel-tiedostossa on paljon lukittuja toimintoja, eikä esimerkiksi ylhäällä olevia viikkonumerointeja ole lukittu yläpalkkiin, vaan ne katoavat kun rullaat tehtäviä alaspäin. Tällöin soluihin tietojen täyttäminen on hyvin työlästä. Lisäksi excel-pohjassa on 53 kalenteriviikkoa vuodelle 2017, mikä sotkee resursoinnin tekemistä.

6.7 Toteumatietojen täyttäminen

Toteumavälilehdellä on vastaavan näköinen taulukko. Excel kopioi automaattisesti suunnitelmavälilehden tehtävänimikkeet A-sarakkeeseen. Ideana on täyttää kerran viikossa kunkin työvaiheen valmiusaste prosentteina kuluvan viikon sarakkeeseen. Optimaalisessa tilanteessa toteumaprocentti muodostuu jostain mitattavasta työmäärästä, esimerkiksi lattian hiontatöissä hiotun pinta-alan ja suunnitelman mukaisen kokonaispinta-alan osamäärästä. Mikäli työsuoritusta ei voida mitata fyysisesti, tulee toteumaprocentti esittää arviona.

Kuluva viikko

TOTEUMA [%]		VKO 2017-2019	752	753	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	8
NIMIKE	Etenemä [%]															
1	Meesan syöttöpää															
2	Sisäpurku		100		100	100	100	100	100	100	100					
3	Runkopurku				25	50	75	100	100	100						
4	Lajittelu ja pulverointi				15	30	50	75	90	100						
5	Alapohjapurku								24	40						
6	Meesauuni								20	35						
7	Runkopurku								10	25						
8	Lajittelu ja pulverointi															
9	Alapohjapurku															
10	Kaustistamon säiliöt															
11	Runkopurku															
12	Alapohjapurku															
13	Haihduttamo															
14	Sisäpurku				20	50	80	100	100	100						
15	Runkopurku															
16	Lajittelu ja pulverointi															
17	Alapohjapurku															
18	Haihduttamon säiliöt															
19	Runkopurku															
20	Alapohjapurku															
21	Öljyasema															
22	Voimalohke															
23	Sähkösuodattimet															
24	Sisäpurku															

Kuva 21 MS Excelin S-käyrä pohjan toteumaseuranta

Mikäli työvaihe on aloitettu, tulee sen valmiusasteeseen ottaa kantaa syöttämällä sen hetkinen valmiusaste. Tämä pätee myös valmiisiin työvaiheisiin, eli joka viikko tulee syöttää myös valmiille työvaiheille 100%. Excelin käytön helpottamiseksi tiedostoon kannataisi muokata siten, että työvaiheen kerran saavuttaessa 100% valmiusasteen, kaava muistaisi sen, jolloin välttyttäisiin turhalta tekstinsyötöltä.

6.7.1 Toteumatietojen arviointi

Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, optimaalisessa tilanteessa toteumatieto perustuu mitattaviin työsuoritteisiin, kuten neliömetreihin, juoksumetreihin tai tonneihin.

Projektin suunnitteluvaiheessa huomattiin, että S-käyrän Excel-tiedoston käyttämisen kannalta on mielekästä, että työtehtävien rivimäärä pysyy mielellään alle sadassa rivissä. Tämä lähinnä visuaalisen ilmeen ja havainnollisuuden takia.

Suppeampi rivimäärä S-käyrän aikataulusuunnittelussa johtaa karkeampien aikataulunimikkeiden käyttöön. Tällöin karkeamman aikataulutehtävän valmiusasteen realisti-

nen arviointi hankaloituu. Vertaa talorakennushankkeessa sisävalmistustöiden valmiusaste 5. kerroksella tai 5. kerroksen väliseinätöiden valmiusaste. Väliseinätyöt ovat yksi pieni mitattavissa oleva osa sisävalmistustöitä ja sen valmiusaste perustuu mitattavissa oleviin määriin. Toki sisävalmistustyöt ovat mitattavissa oleva asia, mutta sen valmiusasteen määrittäminen muodostuu alempien työvaiheiden valmiusasteista. Näin ollen karkeampien aikataulutehtävien intuitiivinen valmiusasteen arviointi on suhteellisen epätarkkaa.

Tämä osoittaa sen, että mitä tarkemmalla tasolla S-käyrän suunnittelu on, sitä helpompi on toteuman realistinen arviointi.

S-käyrän aikataulunimikkeiden todella tarkalle tasolle vieminen saattaa aiheuttaa tehtävien yliresursointia, esimerkiksi puoli päivää kestäväan työhön arvioidaan herkästi kuluvan yksi työpäivä. Tämä ei sinänsä ole S-käyrän käytön kannalta ongelma, sillä toteuma-seuranta tehdään viikko kerrallaan valmiusastepohjaisesti eikä se ota kantaa toteutuneisiin työtunteihin.

Tämä osoittaa myös, ettei aliresursointikaan vaikuta S-käyrän toteuman käyttäytymiseen. Esimerkkinä johonkin tehtävään on resursoitu yksi kone, mutta tehtävän suorittaminen aikataulussa edellyttää kahta konetta. Tunteja kertyy tupla määrä, mutta aikataulussa pysytään.

S-käyrä raportoi projektin aikataulun etenemää suhteessa suunniteltuun aikatauluun.

6.8 S-käyrä MS Projectilla

Kaikki ÄKI85-projektin aikataulut luotiin MS Projectilla. Varsinaista kokemusta MS Projectin käytöstä ei organisaatiossamme ollut, joten tämä toimi samalla pilottikohteena purkuhankkeen aikataulujen luontiin ja seurantaan.

MS Projektissa on todella paljon ominaisuuksia, jotka palvelevat hankkeita kokonaisuuden hallinnassa. Aikataulutettuasi jonkin työtehtävän, pystyt määrittämään sille resurssin. Määritettyäsi resurssin, ohjelma laskee automaattisesti työtunnit, kustannukset, kuormitusasteet ja paljon muuta projektinhallinnan kannalta hyödyllistä.

Ohjelmalla saa laadittua käyttäjän toiveiden mukaisia raportteja havainnollistamaan milloin mitäkin projektin asiaa. Näin ollen S-käyrän muodostaminen on myös MS Projectilla mahdollista.

MS Projectilla luodulla S-käyrällä jokaisella työtehtävällä on aikataulussa oma paikkansa ja sen tunnit on korvamerkitty kyseiselle ajankohdalle. Syötettäessä työvaiheen valmiusastetta MS Project tulkitsee, että kyseinen tehtävä on tehty sille suunniteltuna ajankohdaksi. Esimerkiksi jonkun rakennuksen sisäpurkutöitä suunniteltiin tehtävän marraskuun ensimmäisellä viikolla. Työryhmän vapauduttua jo lokakuun toisella viikolla, heidät laitettiin aloittamaan jo seuraavaa työvaihetta. Tällöin marraskuulle suunniteltu työ valmistui jo lokakuussa ja hankkeessa ollaan näennäisesti aikataulussa edellä. MS Project puolestaan ei ota kantaa, jos työ oli suunniteltu tehtäväksi marraskuussa ja se merkattiin tehdyksi lokakuussa. Tällöin se nostaa S-käyrän toteumakäyrää marraskuulla, vaikka tarkastelukuukausi oli lokakuu. Tällöin toteumakäyrältä katoaa visuaalinen informatiivisuus siitä, missä vaiheessa projekti on aikataulullisesti. Optimaalisessa tilanteessa toteumakäyrä seuraa tarkasti suunniteltua käyrää.

6.9 S-käyrä toteumaseurantatyökaluna

Ennen varsinaisen tehtaan purun aloittamista alueelta purettiin vanha jätevedenpuhdistamo sekä hakekenttä. Näille ei ollut muodostettu mitään varsinaisia aikatauluja, mutta viikkopalaverikäytäntöön kuului mm. käynnissä olevien työvaiheiden toteumaprosenttien läpikäynti. Käytännössä esityslistan kohdassa 4. *Pääurakoitsijan työvaiheilmoitus* oli yhtenä osana käynnissä olevat työvaiheet.

Muutoksena viikkopalaverikäytäntöön tehtaalla puren käynnistyttyä tulee kohta, jossa avataan S-käyrän Excel, ja sen toteumavälilehdelle syötetään käynnissä olevien työvaiheiden sen hetkinen valmiusaste prosentteina. Työvaiheen valmistumisen jälkeen tulee joka viikko hankkeen loppuun saakka merkata tarkasteluviikon kohdalle 100%, muuten Excel ei ota kyseisen työvaiheen toteutuneita työtunteja huomioon laskennassa.

Työvaiheiden valmiusasteiden syöttämisen jälkeen tarkastellaan S-käyrä-välilehteä, jossa näkyy kuvaajat sekä hankkeen kokonaisvalmiusaste. Kokouspöytäkirjaan voidaan

kirjata, mikä on kunakin viikkona projektin valmiusaste ja ollaanko aikataulussa ja syyt mahdollisille poikkeamille.

7 Johtopäätökset

Kuultuani ensimmäistä kertaa S-käyrästä, olin hieman epäileväinen. Miten tällaisesta voi olla mitään käytännön hyötyä purkamisessa? Aluksi tarkastelin ilman perehdytystä Metsä Fibreltä saatua Excel-pohjaa ja minusta tuntui, ettei tästä ole kuin ylimääräistä vaivaa.

Perehdyttyäni hieman lisää rakennushankkeiden projektinhallintaan sekä aikataulujen luomiseen tajusin, että suuren hankkeen realistista kokonaisvalmiusastetta on käytännössä mahdoton arvioida ”lonkalta”. Siksi projektin toteutumista varten on kehitetty erilaisia mittareita, joilla varmistetaan tavoitteiden toteutuminen.

Oikeastaan tässäkin asiassa kulminoituu projekti käsitteenä. Projektiin ryhdytään ainutkertaisen tuotteen, palvelun tai tuloksen aikaansaamiseksi. Projektilla on selkeä alku ja loppu sekä sille on määritelty selkeät tavoitteet, jotka voivat olla esim. ajallisia, laadullisia tai taloudellisia.

Tavoitteiden saavuttamiseksi tulee olla jotain mittareita tai menetelmiä, joilla voidaan arvioida projektin onnistumista. S-käyrä on yksi menetelmä rakennushankkeen ajallisten tavoitteiden seurantaan.

S-käyrää ei ehditty käyttämään käytännössä tämän insinöörityön tekemisen aikana. Mutta teoreettiselta pohjalta sillä on varsin hyvät mahdollisuudet toimia projektin toteumaseurannan työkaluna.

S-käyrän käyttäminen edellyttää ns. talonrakennus tason aikataulunhallintaa. Jotta S-käyrästä saadaan kaikki hyöty irti, tulisi kaikkien projektissa sitoutua hankkeelle luotuun yleisaikatauluun, jota työnjohtajat tarkentavat viikkoaikatauluilla.

7.1 Työn tavoitteiden täyttyminen

Opinnäytetyölle asetettiin päätavoitteeksi saada luotua yleisaikataulu sekä S-käyrä ÄKI85-purkuhankkeelle ennen varsinaisen tehtaan purun aloitusta.

Tähän tavoitteeseen päästiin, mutta S-käyrän toimivuutta ei päästy kokeilemaan käytännössä.

7.2 Riskit

Riskinä tämän työn pohjalta nostaisin esiin piittaamattomuuden aikatauluja kohtaan. Hankkeelle luodun yleisaikataulun tehtävänä on toimia projektin punaisena lankana. Kun yleisaikataulu on kerran luotu ja sitä noudatetaan projektin edetessä, on lähes sanomattakin selvää, että hanke valmistuu ajallaan.

S-käyrää tehtäessä tulee herkästi resursoitua alkupään tehtäville enemmän painoarvoa kuin loppupään tehtäville, vaikka tehtävät olisivat sisällöllisesti täysin samat. On helpompaa nähdä ja suunnitella lähempänä olevia työtehtäviä ja tämän takia tulee herkästi huomioitua enemmän työvaiheita, joihin resursoida työtä.

Tällöin S-käyrälle on resursoitu näennäisesti enemmän työtä alkupään tehtäville. Mikäli siis yleisaikataulun järjestystä ei noudateta, saattaa tämä aiheuttaa vajetta hankkeen kokonaisvalmiusasteessa. Tämä puolestaan saa S-käyrän osoittamaan hankkeen olevan myöhässä aikataulusta, vaikka näennäisesti massoja olisikin purettu täysin sama määrä.

Aikatauluviive ja epävarmuus projektin todellisesta valmiusasteesta saattavat aiheuttaa selkkauksia urakoitsijan ja tilaajan välillä. Selkkausten välttämiseksi olisi suotavaa, että hankkeen alussa tehtäisiin hyvät suunnitelmat, joiden pohjalta hanketta ryhdytään toteuttamaan ja mikäli koetaan tarve muuttaa suunnitelmia, tulisi ne tehdä harkiten.

Toinen riskin mahdollisuus on S-käyrän toteumaprosenttiin sokeasti luottaminen. Tässä hankkeessa S-käyrän resursointi perustui arvioihin, kuinka pitkään minkäkin osakokonaisuuden purkuun kuluu aikaa jollakin oletetulla resurssilla. Se on osoittautunut suhteellisen toimivaksi tavaksi luoda S-käyrä, mutta sen käytöstä ei ole vielä kokemuksia.

Mikäli S-käyrän toteumaan luotetaan sokeasti vertaamatta sitä konkreettisiin arvioihin jäljellä olevasta työmäärästä, saattaa se aiheuttaa hankkeen loppupuolella todellista aikatauluviivettä. Eli S-käyrältä on saatettu unohtaa resursoida joitain työtehtäviä, jotka loppuvaiheessa osoittautuvat yllättävän työläiksi. Tämä tuskin on kuitenkaan varteenotettava riski, sillä hanketta toteuttavassa purkuorganisaatiossa on paljon kokeneita henkilöitä, jotka ovat purkaneet vastaavia laitoksia ennenkin.

Käytännössä on vaikea ennustaa, miten S-käyrä tulee toimimaan hankkeessa, mutta uuden biotuotetehtaan kokemusten valossa sen tulisi toimia suhteellisesti totuudenmukaisesti.

7.3 Mahdollisuudet

S-käyrän käytön myötä purkuorganisaatiossa joudutaan ottamaan väkisin käyttöön uusia tuotannonohjaustapoja. Tämä puolestaan luo edellytyksiä toiminnan kehittämiseksi kohti rakennusliikkeen kaltaisia toimintatapoja. Rakennusliikkeet ovat purkuyritysten yksi suuri asiakaskunta ja heidän kanssaan yleensä joudutaan tekemään tarkempia suunnitelmia ja aikatauluja kuin yksittäisiä purkuja tilaavien asiakkaiden kanssa. Tällöin olisi hyvin hyödyllistä, että purkuliikkeen sisäinen toimintatapa olisi yhteensovitettavissa rakennusliikkeiden toimintatapojen kanssa ja yhteistyö olisi saumattomampaa.

Toimintatapojen päivittäminen lähemmäs rakennusliikemäistä toimintatapaa toisi täsmällisyyttä projektienhallintaan ja tukisi purkamisen palvelukonseptia. Massiivipurkuhankkeiden työnimikkeistön vakiinnuttaminen ja työn toteumatietojen kerääminen näille nimikkeille mahdollistaisi jo hankkeen tarjousvaiheessa yleisaikataulun luomisen ja faktojen pohjaiseen dataan perustuvan hankkeen aikataulun kireyden arvioinnin.

7.4 Sovellutukset muissa purkamisen aloissa

Koska S-käyrää on käytetty talonrakennushankkeissa jo pidemmän aikaa, olisi mielenkiintoinen kokeilla, miten tämä soveltuisi esimerkiksi saneerauskohteiden purkutöiden seurantaan.

Saneerauskohteissa on monesti todella kireät aikataulut ja niissä pysyminen on ehdottoman tärkeää koko rakennushankkeen kannalta. Siksi etenkin suurissa saneerauspuurissa S-käyrästä voisi olla hyötyä hankkeen toteumaseurannassa. Esimerkiksi toimistopurku, jossa kaikki väliseinät, lattioiden pintamateriaalit, kalusteet, alakatot ja talotekniikka puretaan pois koneellisesti eli hyödyntäen pieniä kaivinkoneita sekä kuormaajia. Kerroksesta saadaan purettua hyvin nopeasti ja pienillä resursseilla 95% kaikesta massasta, jolloin kerros vaikuttaa olevan 95% valmis. Todellisuudessa työstä onkin tehty työtunteihin nähden vasta 50%, koska jäljellä saattaa olla vielä lattioiden hionta, seinä- ja kattopintojen viimeistely, timanttiporaustöitä sekä siivoustöitä. Tällöin S-käyrästä voisi olla hyötyä hankkeen todellisen valmiusasteen arvioinnissa.

Lähteet

- 1 Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia.
- 2 Koskenvesa, Sahlstedt, 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 3 Teppo Grén, Fimpec Oy, Keskustelu S-käyrän käytöstä Biotuotetehtaan rakennushankkeessa 5.9.2017
- 4 Lindberg, Koskenvesa, Sahlstedt, 2012. Aikataulukirja 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 5 Last Planner -menetelmä tuotannonohjaukseen. LCI-Finland <<http://lci.fi/blog/menetelmakortti/last-planner-systeemi/>> Luettu 4.10.2017
- 6 Why Use Last Planner? Verkkoaineisto. Touchplan.io <<https://www.touchplan.io/2015/10/why-use-last-planner/>> Luettu 4.10.2017
- 7 Lindholm, Mika. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsingin: Suomen rakennusmedia Oy
- 8 Finlex, VNa 789/2015, Valtioneuvoston asetus asbestitöiden turvallisuudesta
- 9 Mitä on Lean-rakentaminen. LCI-Finland. <<http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/>> Luettu 11.10.2017
- 10 Metsä Groupin biotuotetehtas toi valon metsäalalle. 2014. Verkkoaineisto. OT-lehti. <<http://otlehti.pellervo.fi/2014/06/13/metsa-groupin-biotuotetehtas-toi-valon-metsaalalle/>> Luettu 13.10.2017